

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JOÃO PAULO SOUSA BORGES

RESTRIÇÃO HÍDRICA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS
COM PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Monte Carmelo
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JOÃO PAULO SOUSA BORGES

RESTRIÇÃO HÍDRICA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS
COM PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Gleice Aparecida de Assis

Monte Carmelo

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

JOÃO PAULO SOUSA BORGES

RESTRIÇÃO HÍDRICA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS
COM PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 11 de junho de 2019

Banca Examinadora

Dr^a. Gleice Aparecida de Assis
Orientadora

Gabriel Mascarenhas Maciel
Membro da Banca

Everson Reis Carvalho
Membro da Banca

Monte Carmelo
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo pela oportunidade e pelo espaço. E ao corpo docente por me passar conhecimentos e serem exemplos de profissionais.

Agradeço também a concessão de bolsa do Grupo PET Agronomia MC, que tive grandes aprendizados que me acrescentaram na minha vida acadêmica, pessoal e profissional.

Meus agradecimentos aos professores Gleice Aparecida de Assis e Everson Reis Carvalho que me orientaram durante a graduação que estiveram sempre dispostos e de prontidão com paciência e dedicação.

Grato aos meus pais e amigos que estiveram junto a mim durante minha caminhada, que me fizeram passar por muitos momentos felizes que levarei por toda minha vida.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	7
3 REFERENCIAL TEÓRICO	8
3.1 TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA	8
3.2 RESTRIÇÃO HÍDRICA ARTIFICIAL	10
4 MATERIAL E MÉTODOS	12
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6 CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	18

RESUMO

A qualidade dos lotes de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários deve ser monitorada com extrema acurácia. O teste de germinação padrão conduzido em rolo de papel, envolvendo sementes de soja tratadas com produtos químicos fitossanitários, pode subestimar a qualidade de um lote, devido a comum toxidez causada pela rápida solubilização do produto químico junto à água disponibilizada no papel. Uma possível opção para evitar tal problema é a utilização de germinação em rolo de papel com restrição hídrica induzida artificialmente. Diante disto, o objetivo no trabalho foi verificar o efeito da restrição hídrica, simulada artificialmente por meio de manitol, na germinação de sementes de soja tratadas e armazenadas com produtos fitossanitários. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e Recursos Genéticos, e no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, MG, com sementes da cultivar Syn1366C-IPRO, as quais foram divididas e tratadas com quatro produtos fitossanitários com propriedades inseticidas: Cropstar®, Cruiser®, Fortenza® e Pirâmide® e o controle (água). Para avaliação da germinação em substrato de papel foram utilizadas as restrições hídricas artificiais com quatro potenciais osmóticos 0, -0,25; -0,50 e -0,75 MPa. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 5 x 4, envolvendo cinco tratamentos de sementes e quatro potenciais osmóticos, com quatro repetições de 50 sementes por parcela. Após o tratamento as sementes foram acondicionadas em embalagens de papel multifoliado e armazenadas, com as avaliações realizadas logo após o tratamento das sementes e após quatro meses de armazenamento. Os tratamentos de sementes com os inseticidas Pirâmide® e Cropstar® proporcionaram maiores efeitos fitotóxicos e menores germinações em substrato de papel. Os potenciais hídricos -0,50 e -0,75 MPa foram muito severos e ocasionaram baixos valores de germinação em relação aos demais potenciais hídricos testados, não sendo adequados para testes com sementes tratadas. A restrição hídrica com -0,25 MPa constitui uma opção para análise de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários.

Palavras-chave: *Glycine max*, análise de sementes, potencial osmótico, tratamento químico de sementes.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma das mais importantes no cenário agrícola nacional, sendo uma das principais fontes de divisas para o país. Na safra de grãos 2018/19 em que a estimativa total foi de 62,4 milhões de hectares, a soja ocupou a maior área, sendo cultivados 35,7 milhões de hectares com uma produção de 120 milhões de toneladas, seguida do milho (1º e 2º safras) que ocupou uma área de 16,67 milhões de hectares alcançando 94 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2019).

Dentre as principais regiões produtoras, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba se destaca em relação ao restante do estado de Minas Gerais, especialmente na área de grãos, como soja e milho. A região já é reconhecida por seu espaço consolidado na produção agrícola moderna, desde a década de 80, com laços do comércio externo que chama atenção de grandes *tradings* estrangeiras e nacionais (PEREIRA, M. F. V, 2012).

Um dos principais fatores para o êxito nestas culturas é a adoção de novas tecnologias pelos agricultores, muitas destas veiculadas por meio das sementes. Atualmente, a qualidade de sementes está sendo enfocada em todos os aspectos, e cada vez mais requerida e valorizada. O mercado de sementes de soja movimenta valores e divisas consideráveis, aproximadamente 1,3 bilhão de dólares por ano e produção de 1,5 milhão de tonelada de sementes de soja, o que evidencia a relevância deste segmento para o país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMENTES DE SOJA – ABRASS, 2019). Com o crescimento do mercado de sementes de soja, consequentemente ocorre o crescimento da demanda por sementes já tratadas com produtos fitossanitários, principalmente com o advento do tratamento de sementes industrial (TSI). Apesar das vantagens, o tratamento de sementes pode apresentar alguns problemas e peculiaridades, como toxidez dos produtos às sementes armazenadas e a influência dos mesmos na avaliação da qualidade fisiológica destas, sobretudo quando se utiliza o substrato de papel. Alguns autores detectaram que quando se trata sementes de algumas culturas como soja com inseticidas, há redução na taxa de germinação e sobrevivência de plântulas, dependendo da situação em que são impostas (DAN et al., 2012).

Nesse sentido, os genótipos, volumes e composição de calda utilizados no tratamento de sementes e o ingrediente ativo do produto veiculado às sementes afetam diretamente a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas

(SANTOS et al., 2018). A avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários pode apresentar problemas devido a solubilização do produto junto ao substrato utilizado no teste de germinação, principalmente quando esse é conduzido em papel, e gerar uma toxidez que pode afetar o resultado, fato esse que não ocorreria na condição real de cultivo. Estudos sobre esses efeitos na análise de sementes são escassos na literatura e por isso se fazem necessários.

A qualidade dos lotes de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários tem que ser monitorada com extrema acurácia. Porém, muitas vezes o teste de germinação padrão conduzido em rolo de papel (BRASIL, 2009), envolvendo sementes de soja tratadas com produtos químicos fitossanitários, pode subestimar a qualidade de um lote, devido a uma toxidez causada pela rápida solubilização do produto químico junto à quantidade de água disponibilizada no papel.

O armazenamento de sementes tratadas demanda cuidados especiais em relação às sementes não tratadas, por isso, atualmente são necessárias pesquisas para atender demandas específicas desse novo cenário, dentre elas, como monitorar e analisar essa qualidade ao longo do armazenamento, de forma correta e representativa, pois se trata de investimentos elevados envolvendo sementes e produtos fitossanitários.

Nesse contexto, uma opção é a utilização de germinação em rolo de papel com restrição hídrica induzida artificialmente, para reduzir a velocidade de disponibilização de água e consequentemente do produto químico junto às sementes no processo de germinação, para assim obter resultados com maior acurácia em relação ao real comportamento em campo. Mas tal técnica necessita ser estudada para essa finalidade específica, sendo essa a relevância do trabalho.

2 OBJETIVOS

Verificar o efeito da restrição hídrica, simulada artificialmente por meio de manitol, na germinação de sementes de soja tratadas e armazenadas com produtos fitossanitários.

Avaliar a possibilidade de uso de germinação em papel com restrição hídrica na avaliação de lotes de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Tratamento de sementes de soja

A qualidade de semente de soja é um fator limitante à sua produção, motivo pelo qual a expansão da cultura nas regiões Central, Norte e Nordeste do Brasil, vêm sendo condicionada à implantação de programas de produção de sementes de elevada qualidade (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2003). Campos cultivados com sementes de soja de alto vigor tendem a apresentar melhores índices produtivos (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005).

Em regiões tropicais é comum o excesso de chuvas associado à ocorrência de altas temperaturas durante a fase final de maturação da soja, ocasionando sérios danos à produção de sementes, pois proporciona altos índices de infecção que estão relacionados à baixa qualidade sanitária e fisiológica (COSTA et al., 2003; PEREIRA; PEREIRA; FRAGA, 2000). Muitos fitopatógenos, na maioria fungos, podem estar associados às sementes afetando a germinação e vigor, acarretando em reduções na emergência e na produtividade (BRINGEL et al., 2001; HAMAWAKI et al., 2002).

Somente o vigor das sementes não é suficiente para garantir a elevada produtividade, visto que podem ocorrer estresses bióticos e abióticos. Dentre os fatores bióticos estão as ocorrências de doenças, pragas e nematoides (BRADLEY, 2008). Muitos desses patógenos podem afetar negativamente a germinação, emergência e os estabelecimentos das plântulas e assim prejudicar o estande e a produtividade da cultura (MERTZ; HENNING, ZIMMER, 2009). Diversas técnicas de manejo são adotadas para que estes fatores possam ocasionar o mínimo possível de danos à cultura da soja, destacando-se o tratamento químico de sementes (BRZEZINSKI et al., 2015). Este processo consiste em aplicar compostos capazes de proteger as sementes contra efeitos deletérios de patógenos, realizando o controle de doenças no período inicial do estabelecimento da lavoura, favorecendo a emergência e o desenvolvimento das plântulas (BALARDIN et al., 2011). Segundo Buzzerio (2010), o tratamento de sementes é uma ferramenta tecnológica de grande importância na proteção de cultivos.

O tratamento de sementes utilizando fungicidas, inseticidas e nematicidas tem sido utilizado na cultura da soja devido à percepção do valor da semente e a importância de proteger e/ou melhorar o seu desempenho, pois com a utilização desses produtos químicos as plântulas poderão ter uma condição mais adequada ao seu desenvolvimento

(DAN et al., 2010). Estima-se que 95% dos sojicultores utilizam sementes tratadas (HENNING et al., 2010), em busca de maior proteção às sementes e melhores condições para o estabelecimento da lavoura.

A manutenção da qualidade da semente durante o período de armazenamento é aspecto a ser considerado dentro do processo produtivo de qualquer cultura, visto que o sucesso da lavoura depende, principalmente, da utilização de sementes com alto padrão de qualidade (FREITAS et al., 2004).

O tratamento químico das sementes geralmente era realizado em pré-semeadura, tanto na propriedade do agricultor como na própria revenda. Porém, com o avanço tecnológico da agricultura, as empresas produtoras de sementes vêm adotando técnicas que buscam otimizar a logística e maximizar o rendimento da cultura, como o tratamento de sementes industrial. Nesse processo, as sementes são tratadas na própria linha de beneficiamento, posteriormente são ensacadas e armazenadas até o momento da semeadura (BRZEZINSKI et al., 2015).

Corriqueiramente são utilizados diversos produtos na mesma semente, como a combinação de fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, bioestimulantes, polímeros, corantes ou pigmentos, pó-secantes e inoculantes (*Bradyrhizobium japonicum*). Alguns produtos podem causar fitotoxicidade às sementes e às plântulas. Assim a importância de se utilizar apenas os produtos recomendados pela pesquisa para o tratamento de semente de soja (FRANÇA NETO, 2015).

Alguns produtos ou combinações podem afetar o vigor e a germinação e se usados de modo incorreto podem diminuir o número de plântulas normais (ROSA et al., 2012).

O tratamento de sementes de soja com carbofuran e acefato proporcionam efeitos prejudiciais na germinação e a redução da qualidade fisiológica intensifica-se com o prolongamento do período de armazenamento das sementes tratadas (DAN et al., 2010). Entretanto, esse efeito não é para todos os inseticidas. Dan et al. (2013) verificaram que o thiamethoxam apresentou efeito favorável ao potencial fisiológico de lotes de sementes de alto e médio vigor quando armazenado por um período de 30 dias. Após esse período de armazenamento houve redução do vigor das sementes em 0,16% a cada dia armazenado.

Piccinin et al. (2013), analisando tratamentos com thiamethoxam e fipronil aos 180 dias de armazenamento, verificaram efeito negativo na qualidade fisiológica das sementes e no comprimento das raízes armazenadas em condições ambiente. Segundo Brzezinski et al. (2015), sementes tratadas com fipronil + piraclostrobina + tiofanato

metílico; imidacloprido + tiodicarbe + carbendazin + thiram; abamectina + tiametoxan + fludioxonil + mefenoxam + thiabendazole; carbendazin + thiram; fludioxonil + mefenoxam + thiabendazole e carboxin + thiram e armazenadas por 240 dias antes do plantio, tem suas condições de germinação e vigor diminuídas, no entanto, esses tratamentos favoreceram o estabelecimento da cultura, porém, não modificaram o desempenho produtivo da soja em relação ao tratamento controle.

Ferreira et al. (2016) analisando combinações de alguns inseticidas e fungicidas no tratamento de sementes de soja, sob armazenamento, constataram que o fungicida Derosal Plus® melhora a qualidade sanitária de sementes independentemente do momento de tratamento, e a associação de Cropstar® e Derosal Plus® mantiveram a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas tratadas por dois meses, enquanto que o Standak Top® proporcionou efeito prejudicial.

3.2 Restrição hídrica artificial

Outra questão relevante no tratamento de sementes com produtos fitossanitários e que ainda necessita de estudos é a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de forma representativa ao comportamento no campo, pois sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários podem apresentar problemas devido à solubilização do produto junto ao substrato utilizado no teste.

Quando se analisa sementes tratadas com produtos químicos, uma possível redução no número de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários pode estar relacionada ao substrato em que as sementes são semeadas (CARVALHO et al., 2015), visto que no teste de germinação de soja em rolo de papel, preconizado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), as sementes são semeadas em papel germitest (três folhas) umedecidos com água em quantidade equivalente a duas a três vezes o peso do papel seco, comumente utilizado 2,5. Este fato pode gerar complicações em relação à confiabilidade dos resultados e inferências sobre a real qualidade do lote, principalmente quando se compara com os testes em campo para essas sementes tratadas.

Essa alta disponibilidade de água para uma semente seca no teste de germinação em papel pode gerar danos pela rápida absorção de água e consequentemente do produto de tratamento fitossanitário, otimizando potenciais efeitos tóxicos. Nessa

situação, uma possibilidade seria a realização do pré-condicionamento (BRASIL, 2009), com o uso de caixa plástica tipo “gerbox” com tela, contendo 40 mL de água, pelo período de 16 a 24 horas a 25°C e posteriormente semeadas em rolo de papel. Porém, essa etapa acarreta em um maior tempo de realização do teste e maiores gastos para o laboratório, devido a demanda de equipamentos e mais espaço físico.

Devido a importância e atual utilização de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários, e conseqüentemente elevada demanda de análise dessas sementes, se fazem necessárias pesquisas que auxiliem no entendimento, ajustes e proposições de novas metodologias adequadas para a avaliação de sementes de soja tratadas com diferentes produtos fitossanitários, contribuindo para uma maior acurácia e correlação com a realidade nos campos de produção.

Os estudos relacionados com a resposta germinativa de sementes submetidas à condição de estresses artificiais são ferramentas para um melhor entendimento da capacidade de sobrevivência e adaptação destas espécies em condições de estresses naturais, como a seca e solos salinizados, comuns em regiões agrícolas e florestais, podendo contribuir significativamente para o desenvolvimento de estratégias de manejo (PEREIRA, M. R. R. et al., 2012). Essa técnica apresenta potencial para ser utilizada na análise de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários, devido à disponibilização reduzida de água para a semente.

O uso de agentes sintéticos para simular diferentes potenciais osmóticos e conseqüentemente restrições hídricas na germinação em papel germitest é comum no estudo desse estresse em diferentes espécies, como soja (MORAES; MENEZES, 2003; COSTA et al., 2004; SOARES et al., 2015), canola (ÁVILA et al., 2005), milho (KAPPES et al., 2010), feijão (COELHO et al., 2010), *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis* (PEREIRA, M. R. R. et al., 2012) e *Amburana cearenses* (ALMEIDA et al., 2014), sendo comumente utilizados o manitol ou polietilenoglicol 6000.

Costa et al. (2004) trabalhando com sementes de soja semeadas em substrato de papel umedecido com soluções de manitol produzindo os potenciais hídricos de 0, -0,6, -1,2 e -1,8 MPa, constataram que a germinação foi favorecida quando as sementes foram submetidas a uma restrição hídrica de -0,46 a -0,52 MPa e que o potencial de -1,8 MPa promoveu um estresse elevado, não ocorrendo a germinação das sementes. Soares et al. (2015) avaliando sementes submetidas aos potenciais 0, -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa induzidos por manitol, relataram que a germinação das sementes de soja foi reduzida sob condições de estresse hídrico, independentemente do tamanho das sementes. Porém, nesses trabalhos as sementes não foram tratadas com produtos fitossanitários, tão pouco

foram os objetivos dos trabalhos supracitados.

Assim se justifica a necessidade de pesquisas para avaliação do potencial de uso do teste de germinação em rolo de papel com restrição hídrica induzida, no âmbito atual de avaliações de sementes tratadas com diferentes produtos fitossanitários, visando maior acurácia e operacionalidade nos processos de avaliação nos laboratórios.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e Recursos Genéticos, e no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, MG, que apresenta as coordenadas 18°42'43,19" S e 47°29'55,8" WGr, com uma altitude média de 873 metros.

Sementes de um mesmo lote da cultivar Syn1366C-IPRO, da empresa Syngenta, foram divididas e tratadas com quatro produtos fitossanitários com propriedades inseticidas, além do controle em que foi aplicado somente água nas sementes (Tabela 1). O volume máximo de calda utilizado foi de 600 mL 100 kg⁻¹ de semente, correspondendo à dose indicada do produto e o restante água. O tratamento das sementes foi realizado em sacos de polietileno, onde os produtos foram pipetados e os sacos agitados vigorosamente até a distribuição homogênea da calda sobre as mesmas.

Tabela 1. Ingredientes ativos, produtos comerciais e doses utilizadas para o tratamento de sementes de soja

Ingrediente ativo (i.a.)	Nome comercial	Dose do produto comercial ¹	Dose de água ²
Controle	-	-	600
Imidacloprido + tiodicarbe +	Cropstar [®]	300	300
Tiametoxam	Cruiser 350 FS [®]	60	540
Acetamiprido	Pirâmide [®]	100	500
Ciantraniliprole	Fortenza 600 FS [®]	200	400

¹ Dose do produto comercial: mL 100 kg⁻¹ de sementes.

² Dose de água: mL 100 kg⁻¹ de sementes.

Após o tratamento as sementes foram acondicionadas em embalagens de papel multifoliado com capacidade de 5 kg e armazenadas em condições não controladas de

temperatura e umidade, em laboratório por quatro meses, com as avaliações realizadas após o tratamento das sementes e outro ciclo de avaliações após o período de armazenamento de quatro meses.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 5 x 4, envolvendo cinco tratamentos de sementes e quatro potenciais osmóticos, com quatro repetições de 50 sementes por parcela.

Para avaliação da germinação em substrato de papel foi utilizada a restrição hídrica artificial simulada com o uso do manitol, com quatro diferentes níveis de potencial osmótico. As sementes foram semeadas em papel germitest (três folhas) umedecidos com soluções aquosas contendo manitol (P.A $C_6H_{14}O_6$) – P.M. 182,17) nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0, -0,25; -0,5 e -0,75 MPa, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos montados foram mantidos em germinador BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 25°C.

As concentrações de manitol foram calculadas por meio da fórmula de Van't Hoff, ou seja, $Yos = -RTC$, onde: Yos = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos ($8,32 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$); T = temperatura (K); e C = concentração (mol L^{-1}) em g L^{-1} de água (SOARES et al., 2015), utilizadas para obter cada nível de potencial osmótico. O nível zero (controle) foi considerado o teste de germinação padrão, conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As avaliações de porcentagem de plântulas normais foram efetuadas aos cinco e oito dias após a semeadura, conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e após o período de armazenamento de quatro meses.

As análises estatísticas foram realizadas separadamente para as avaliações antes e após o armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$). Quando a variável resposta apresentou significância (Teste F), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise de variância logo após o tratamento das sementes, ou seja, sem armazenamento, verificou-se que na ausência de restrição hídrica, o controle resultou em germinação igual ao demais inseticidas utilizados, exceto o Pirâmide® em que a

germinação foi menor. Quando as sementes foram submetidas ao estresse hídrico, a porcentagem de plântulas normais diminuiu devido à restrição da disponibilidade de água interferir nos processos fisiológicos de germinação (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de plântulas normais, em primeira contagem, para sementes tratadas e analisadas em substrato de papel com diferentes potenciais hídricos, após tratamento das sementes

Tratamentos	Potencial Hídrico (MPa)							
	0,0		-0,25		-0,50		-0,75	
Controle	96	A a	97	A a	17	A b	3	A b
Cropstar®	98	A a	62	B b	16	A c	6	A c
Cruiser 350 FS®	98	A a	47	B b	20	A c	4	A d
Fortenza 600 FS®	99	A a	60	B b	28	A c	3	A d
Pirâmide®	71	B a	48	B b	15	A c	0	A c
CV (%): 18,75								

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na ausência de restrição hídrica, verificou-se menor porcentagem de plântulas normais com o produto Pirâmide® em relação aos demais testados, havendo uma diferença de 27%. Já no potencial osmótico de -0,25 MPa, todos os testes realizados com as sementes tratadas com inseticidas promoveram menores porcentagens de plântulas normais, havendo uma diferença média dos tratamentos com inseticida em relação ao controle de 42%. Para os demais potenciais, -0,50 e -0,75 MPa, os resultados entre os tratamentos dentro de cada nível osmótico foram significativamente iguais, valores esses muito baixos.

Para todos os inseticidas testados, verificou-se que na ausência de restrição hídrica, as porcentagens de plântulas normais foram maiores em relação aos demais tratamentos em que foi imposta uma restrição hídrica, exceto no controle que obteve médias significativamente iguais na ausência de restrição e com potencial de -0,25 MPa. Nos tratamentos com Cropstar® e Pirâmide®, não houve diferença na porcentagem de plântulas normais entre os potenciais de -0,50 e -0,75 MPa, porém, os mesmos diferiram em relação à ausência de restrição hídrica, havendo uma redução de 87 e 63% respectivamente, para Cropstar® e Pirâmide®. Já nos tratamentos com Cruiser 350 FS® e Fortenza 600 FS®, as menores taxas foram de 4% e 3% de germinação em -0,75MPa, respectivamente, com diferenças de mais de 90% de germinação quando comparados com 0,00 MPa.

Verificou-se que na avaliação final de germinação, aos oito dias após o tratamento, não houve diferença significativa na porcentagem de plântulas normais em função dos produtos fitossanitários testados e o controle nos potenciais de 0,0 e -0,25

MPa, com valores médios elevados entre 97 e 98%, respectivamente. Entretanto, analisando-se os potenciais de -0,50 e -0,75 MPa o tratamento Pirâmide® proporcionou menor porcentagem de plântulas normais em relação ao controle e Cropstar® e ao controle e Fortenza 600 FS®, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem final de plântulas normais para sementes tratadas e analisadas em substrato de papel com diferentes potenciais hídricos após o tratamento

Tratamentos	Potencial Hídrico (MPa)											
	0,0			-0,25			-0,50			-0,75		
Controle	96	A	a	97	A	a	96	A	a	95	A	a
Cropstar®	98	A	a	97	A	a	96	A	a	93	AB	a
Cruiser 350 FS®	98	A	a	99	A	a	93	AB	ab	92	AB	b
Fortenza 600 FS®	99	A	a	98	A	a	92	AB	b	95	A	ab
Pirâmide®	93	A	ab	100	A	a	88	B	b	88	B	b

C.V. (%): 23,12

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que dentro dos tratamentos controle e Cropstar®, não houve diferença significativa na porcentagem de plântulas normais entre os potenciais hídricos testados, resultando em valores médios de 96% para ambos os tratamentos. Quanto aos tratamentos com Cruiser 350 FS® e Fortenza 600 FS® verificou-se que os potenciais de 0,0 e -0,25 MPa proporcionaram igualdade na porcentagem média de plântulas normais e diferiram significativamente em relação ao potencial de -0,75 MPa e -0,50 MPa, respectivamente. Já no tratamento Pirâmide®, o nível osmótico de -0,25 MPa proporcionou maior percentual de plântulas normais em relação aos tratamentos de -0,50 e -0,75 MPa (Tabela 3).

De maneira geral, na 1ª contagem de germinação após a avaliação realizada cinco dias após o armazenamento, verificou-se que na ausência de restrição hídrica, sementes tratadas com o inseticida Pirâmide® apresentaram menores valores de germinação, possivelmente relacionado ao efeito fitotóxico do inseticida (Tabela 4), a exemplo do já constatado, em menor intensidade, antes do armazenamento. Houve um decréscimo na porcentagem de plântulas normais das sementes tratadas com Pirâmide® de 54,5% e 51,5%, respectivamente, em relação ao tratamento com Fortenza 600 FS® e o controle, os quais proporcionaram os melhores índices de germinação. Com potencial osmótico -0,25 MPa, houve uma diferenciação maior entre as sementes tratadas, com piores resultados para os tratamentos Cropstar® e Pirâmide® (Tabela 4), com decréscimo de 85,75% de plântulas normais em relação ao tratamento com Fortenza 600 FS®, o qual proporcionou o maior índice de germinação.

Tabela 4. Porcentagem de plântulas normais, em primeira contagem, para sementes tratadas e analisadas em substrato de papel com diferentes potenciais hídricos, após o armazenamento de quatro meses

Tratamentos	Potencial Hídrico (MPa)								
	0,0			-0,25		-0,50		-0,75	
Controle	88	AB	a	32	C b	0	A c	0	A c
Cropstar®	76	BC	a	5	D b	0	A b	0	A b
Cruiser 350 FS®	71	C	a	66	B a	0	A b	0	A b
Fortenza600 FS®	91	A	a	89	A a	0	A b	0	A b
Pirâmide®	36	D	a	2	D b	0	A b	0	A b

C.V. (%): 3,30

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Após o armazenamento, com o aumento da restrição hídrica em -0,50 MPa e -0,75 MPa, a porcentagem de plântulas normais em todos os tratamentos fitossanitários testados foi nula, o que compromete o uso desses potenciais hídricos em futuros testes de germinação das sementes de soja.

Para porcentagem final de germinação, novamente o tratamento com o Pirâmide® foi inferior aos outros à 0,0 MPa, já em -0,25 MPa o inseticida Cropstar® resultou em baixa germinação das sementes. As sementes submetidas à -0,50 e -0,75 MPa não germinaram em nenhum dos tratamentos ou controle (Tabela 5), o que leva a inferir que essas restrições hídricas foram extremas, não sendo adequadas aos objetivos propostos.

Segundo Dan et al. (2012) um fator que pode explicar a redução da qualidade fisiológica da semente tratadas é a liberação de radicais livres causados pelo estresse promovido por inseticidas dos grupos organofosforado e carbamato. Ainda segundo Dan et al. (2012), os resultados obtidos mostraram que a qualidade fisiológica e germinação das sementes tratadas com inseticidas sofreram diminuição quando submetidas em condição de estresse, o que também foi constatado neste presente trabalho.

De acordo com Balardin et al. (2011), os tratamentos com inseticidas apresentaram efeitos benéficos na qualidade das plântulas promovendo maior tolerância a estresse hídrico. Verificou-se neste trabalho que apenas o potencial de -0,25 MPa apresentou valores médios de germinação que permitiu testes de sementes tratadas nessas condições, ao passo que os potenciais de -0,50 e -0,75 MPa apresentaram baixas taxas de germinação, principalmente quando as sementes foram submetidas ao armazenamento.

Tabela 5. Porcentagem final de plântulas normais para sementes tratadas e analisadas em substrato de papel com diferentes potenciais hídricos, após o armazenamento de quatro meses

Tratamentos	Potencial Hídrico (MPa)			
	0,0	-0,25	-0,50	-0,75
Controle	91 A a	84 B a	0 A b	0 A b
Cropstar®	88 A a	5 D b	0 A b	0 A b
Cruiser 350 FS®	91 A a	88 B a	0 A b	0 A b
Fortenza600 FS®	93 A a	97 A a	0 A b	0 A b
Pirâmide®	69 B a	29 C b	0 A c	0 A c

C.V. (%): 10,55

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Nessa última avaliação, após o período de armazenamento por quatro meses, os tratamentos de -0,50 e -0,75 MPa também não proporcionaram germinação das sementes, evidenciando o efeito do estresse hídrico mais severo na germinação das sementes de soja. No potencial de -0,00 MPa, sementes tratadas com inseticida Pirâmide® apresentaram redução de 22% na germinação em relação a média dos demais tratamentos. Já no potencial de -0,25 MPa a maior taxa de germinação foi obtida com o inseticida Fortenza 600 FS®, proporcionando um acréscimo de 92% na germinação em relação ao inseticida Cropstar®. A porcentagem de plântulas normais não diferiu significativamente entre os tratamentos controle e Cruiser 350 FS® nos potenciais de 0,00 e -0,25 MPa, estando de acordo os resultados encontrados por Dan et al. (2012), os quais verificaram que a utilização de Cropstar® foi um dos tratamentos com inseticidas que proporcionou menor porcentagem de germinação de plântulas normais.

A germinação das sementes pode ter sido afetada pelos efeitos osmóticos que fazem com que as moléculas de água não penetrem na mesma. Outro ponto se deve pela menor atividade enzimática e mobilização de reservas e variações na absorção de água pelas células (MORAES; MENEZES, 2003). Para Silva et al. (2006), sementes que são submetidas à concentrações menores de sais que simulem a restrição hídrica são menos afetadas para germinação, pois realizam o processo de embebição mais rapidamente.

Dan et al. (2010) verificaram que a germinação de sementes de soja tratadas com inseticidas, principalmente acefato e carbofuran, e mantidas sob armazenamento sofreram diminuição linear na qualidade fisiológica com o aumento do tempo de armazenamento.

Verificou-se no presente trabalho comportamento similar em função do período de armazenamento de quatro meses aliado ao uso de restrição hídrica, o que

proporcionou baixas porcentagens de germinação de sementes de soja, devido à deterioração que acentuou-se ao longo do armazenamento provocado pelo efeito fitotóxico das moléculas dos inseticidas às sementes.

6 CONCLUSÕES

Os tratamentos de sementes de soja com os inseticidas Pirâmide® e Cropstar® proporcionaram maiores efeitos fitotóxicos e menores germinações em substrato de papel, evidenciando a importância da escolha de produtos com as moléculas adequadas e menos prejudiciais.

Os tratamentos das sementes devem ser feitos próximos às datas de semeadura para que os efeitos fitotóxicos dos inseticidas sejam menores, com efeitos distintos entre os produtos.

Os potenciais hídricos entre -0,50 e -0,75 MPa, em substrato de papel, foram muito severos e proporcionaram baixos valores de germinação, não sendo adequados para testes com sementes tratadas. Já a restrição hídrica de -0,25 MPa constitui uma opção para análise de sementes de soja tratadas com produtos fitossanitários por ter proporcionado porcentagens de germinação muitas vezes iguais ou maiores que na ausência de restrição hídrica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. P. N. et al. Estresse hídrico e massa de sementes na germinação e crescimento de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 777-787, out-dez, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SEMETES DE SOJA – ABRASS. **O setor de sementes de soja**. 2019. Disponível em: <<https://abrass.com.br/semente-de-soja/>> Acesso em: 14 jun. 2019.

ÁVILA, M.R. et al. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.62-70, 2005.

BALARDIN, R. S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011.

BRADLEY, C. A. Effect of fungicide seed treatments on stand establishment, seedling disease, and yield of soybean in North Dakota. **Plant Disease**, v. 92, n. 1, p. 120-125, 2008. Disponível em: <<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-92-1-0120>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, p. 395, 2009.

BRINGEL, J. M. M.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja produzidas na região de Balsas, Maranhão. **Summa Phytopathologica**, v.27, p.438-441, 2001.

BRZEZINSKI, C. R. et al. Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, v.37, n.2, p.147-153, 2015.

BUZZERIO, N. F. Ferramentas para qualidade de sementes no tratamento de sementes profissional. **Informativo ABRATES**, v. 20, n.3, p.56, 2010.

CARVALHO, R. A. et al. Substratos para a germinação de sementes de soja tratadas. In: XXIV CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 2015, Lavras. **Anais...**Lavras: UFLA, 2015. 1 CD ROM.

COELHO, D. L. M. et al. Estresse hídrico com diferentes osmóticos em sementes de feijão e expressão diferencial de proteínas durante a germinação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 3, p. 491-499, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, nono levantamento, junho/2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em: 22 jun. 2018.

COSTA, N. P. da et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p.128-132, 2003.

COSTA, P. R. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p.105-113, 2004.

DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DAN, L. G. M. et al. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DAN, L. G. M. et al. Physiological potential of soybean seeds treated with thiamethoxam and submitted to storage. **Agricultural Sciences**, v.4, n.11, p.19-25, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.4, p.278-286, 2014.

FERREIRA, T. F. et al. Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, v.38, n.4, p.278-286, 2016.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. 1 CD ROM

FRANÇA NETO, J. B. et al. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 25, n.1, 2015.

FREITAS, R. A. et al. Testes fisiológicos e bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n.1, p.84-91, 2004.

HAMAWAKI, O. T. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.201-205, 2002.

HENNING, A. A. et al. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”. **Informativo ABRATES**, v.20, n.1,2, p.55-61. 2010.

KAPPES, C. et al. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v.11, n.2, p.125-134, 2010.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Seeds vigor and intra-specific competition in soybean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248- 256, 2005.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.1, p.13-18, jan- fev, 2009.

MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2003.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 35, p. 1653-1662, 2000.

PEREIRA, M. R. R. et al. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 537-545, 2012.

PEREIRA, M. F. V. Os agentes do agronegócio e o uso do território no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba: da moderna agricultura de grãos à expansão recente da cana de açúcar. **Revista do Departamento de Geografia-USP**, v.23, p.83-104. 2012.

PICCININ, G. G. et al. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, **Ambiência**, v.9, n. 2, p.289 - 298, 2013.

ROSA, K. C. et al. Armazenamento de sementes de milho híbrido tratadas com tiametoxam. **Informativo ABRATES**, v.22, n.3, p. 60-65,2012.

SANTOS, S. F. et al. Composition and volumes of slurry in soybean seeds treatment in the industry and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n 1, 2018.

SILVA, J. B.; RODRIGUES, T. J. D.; VIEIRA, R. D. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Ciência Rural**, v.36, n.5, set-out, 2006.

SOARES, M. S. et al. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015.